

Ferritic stainless steel의 용접부 부식특성에 미치는 합금원소의 영향

(Effects of alloying elements on the corrosion properties of the weld in ferritic stainless steels)

산업과학기술 용접연구센터 유효천* 안상곤
한재광 장래용

1. 서론

페라이트계 스테인리스강이라함은 Cr함량이 12%이상 함유한 강을 의미하며, C함량이 낮아지면, 내부식성, 용접성 및 가공성이 우수하여 해상, 육상콘테이너, 콘테이너주걱, 철문 및 건축구조물등의 용도로 사용할 수 있다. 이 외에도 내산성과 내응력부식균열성이 우수하여 공업용수, 하수(下水), 폐수(廢水), 해수(海水)중에서도 사용할 수 있으며, 고온부식분위기중에서 사용되는 자동차의 머플러(muffler)에까지 그 적용범위를 확대시켜 나가고 있다. 페라이트계 스테인레스강중에서 합금원소가 가장 적게 포함되어 있는 경제적인 강종에서 대표적인 강종은 STS 410L강인데 이강은 12-13%Cr강에 C함량을 0.02%이하로 낮추었기 때문에 강도가 낮고 내후성이 불충분하다. 그래서 본 연구에서는 모재 및 용접부의 강도와 내후성이 보장된 강을 개발하기 위하여 14%Cr강에 C함량을 0.030%이하로 조절하고 합금원소들을 첨가하여 강도와 내부식성이 우수한 스테인리스강을 개발하고자 하였다. 여기에서 첨가될 수 있는 합금원소들중에서 1차로 Ti, Nb, Al의 영향에 대하여 전번¹⁾에 발표하였으며, 2차로 Ni, Mo, Cu, C원소들의 품질특성에 미치는 영향에 대해서 이번에 발표하고자 한다. 이에, 본 연구에서는 14%Cr, 0.03%C강에 내산성 및 내후성을 향상시키기 위해서 미량합금원소 즉, Ni 0.5%, 1.0%, Mo 0.5, 1.0%, Cu 0.4%, C 0.09-0.26%를 첨가하여 용접부부식성에 미치는 영향을 검토하였다.

2. 실험방법

Table 1과 같은 조성을 가진 강을 진공유도용해로에 의해서 제조하여 열간압연 혹은 냉간압연을 하였다. 소둔열처리한 열간압연강판중에서 2.5mm는 TIG용접을하였고 7mm는 Flux cored wire(SUS 309)를 사용하여 CO₂가스분위기중에서 GMAW용접을 하여 모재의 인장강도 및 용접부와 모재의 일반부식, 틈새부식 및 응력부식균열특성을 구하였다. 1.0mm로 냉간압연된 강판은 소둔열처리를 한 다음 SPOT용접을 실시하여 모재와 용접부의 인장강도 및 용접부의 인장전단강도를 조사하였다.

3. 시험결과

7mm 열연강판의 합금원소첨가와 열처리방법에 따른 염수분무시험후에 용접부의 녹슨 정도를 전체면적의 백분율로 측정하여 Fig.1-2에 나타내었다. 녹발생경향은 C함량의 증가에 관계없이 소둔열처리조건에 따라 심하게 변하였으며, 0.5%Mo첨가강을 제외하고는 녹발생이 현저히 억제되었다. 소둔온도가 1030°C이하에서는 내부식성이 양호하였으나, 1100°C에서는 불량하였다. 830°C에서 4시간소둔한 후 서냉한 2.5mm 열연강판의 염수분무시험결과를 Fig.3-4에 나타내었는데, 녹발생경향은 C함량의 변화에도 거의 변화없이 개선되지 않았으나, 0.5%이상의 Ni, Mo, Cu의 첨가시에 현저히 억제되었다. 또한 2.5mm 열연강판의 내산성(비등 5% HNO₃ 용액) 시험결과를 Fig.5에 나타내었는데, 내산성은 0.5%Ni첨가시보다 0.5%이상의 Mo첨가 혹은 0.4%Cu첨가에서 극히 우수하였다. 그러나 전자현미경관찰결과 Mo 및 Cu첨가강은 tunnel형 부식이 발생하였다. 2.5mm의 열연강판을 산세후 냉간압연(1.0mm)하여 760, 830°C에서 3분간 소둔열처리한 후에 Spot

용접을 하여 인장전단시험을 하여 그 결과를 Fig.6에 나타내었다. 합금원소첨가량의 증가에 따라서 약간 증가하는 경향이 있는데, 이 중 1.0%Ni첨가량은 대폭적으로 증가하였다.

4.결론

(1) 14%Cr강을 염수분무시험결과에 의하면, 녹발생경향은 열처리조건에 따라 심하게 변화했으나, C함량의 변화에도 거의 변화없이 개선되지 않았으나, 0.5%이상의 Ni, Mo, Cu의 첨가시에 현저히 억제되었다.

(2) 내산성(H₂SO₄)시험결과에 의하면, 0.5%Ni첨가시보다 0.5%이상의 Mo첨가 혹은 0.4%Cu첨가에서 극히 우수하였으나, Mo, Cu첨가량은 tunnel형 부식이 일어났다.

5.참고문헌

- 1) 유희천 : 대한용접학회, 특별강연 및 춘계학술발표 및 개요집 (1992) 48-50

Table 1 Chemical Composition of Investigated steels

Materials	Chemical Composition (wt %)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	
1 x	0.027	0.40	0.47	0.027	0.007	0.05	14.05	-	-	
2 0.5%Ni	0.029	0.45	0.48	0.027	0.007	0.53	14.06	-	-	
3 1.0%Ni	0.029	0.44	0.49	0.031	0.008	1.09	13.94	-	-	
2 0.5%Mo	0.029	0.38	0.43	0.027	0.007	0.05	13.02	0.50	-	
3 1.0%Mo	0.027	0.45	0.48	0.035	0.008	0.05	13.93	1.04	-	
4 0.4%Cu	0.030	0.46	0.49	0.034	0.008	0.05	14.23	-	0.37	
4 0.09%C	0.090	0.43	0.47	0.035	0.008	0.04	14.34	-	-	

Fig.1

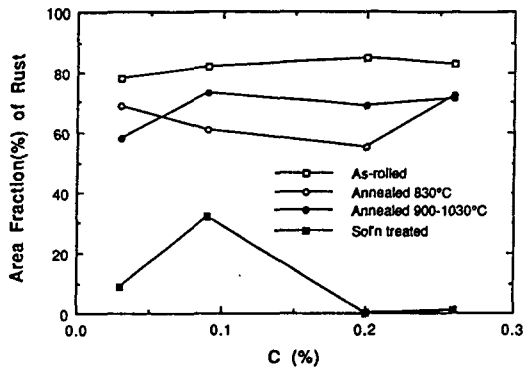


Fig. Area fraction of rust in variation of C content by salt spray test.

Fig.2

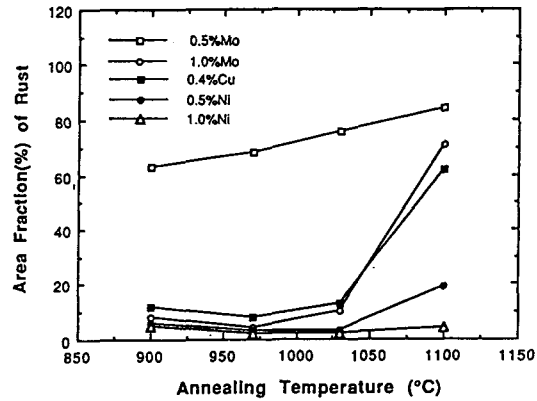


Fig. Area fraction of rust at various annealing temperature by salt spray test.

Fig.3

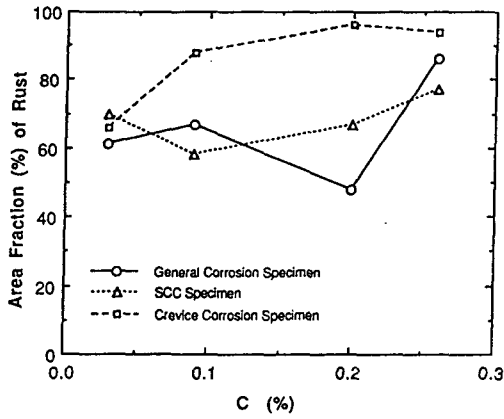


Fig. Area fraction of rust in variation of C by salt spray testing

Fig.4

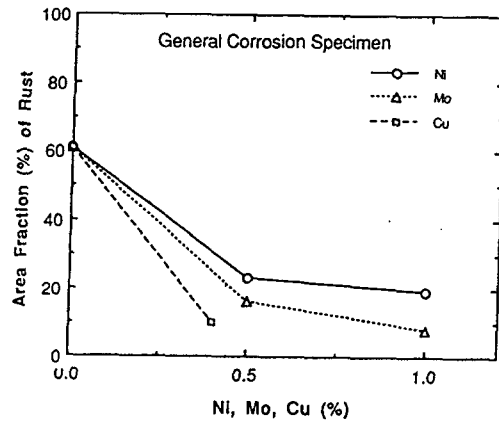


Fig. Area fraction of rust in variation of Ni, Mo, Cu by salt spray test

Fig.5

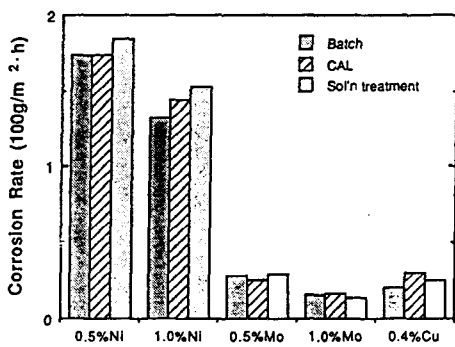


Fig. The effect of heattreatment on the corrosion rate for alloying elements such as Ni, Mo, Cu

Fig.6

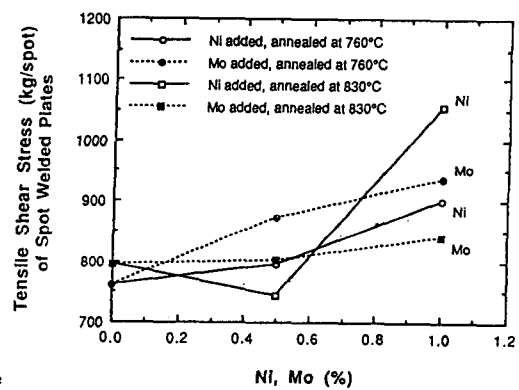


Fig. Tensile shear stress of spot - welded plates in variation of Ni, Mo